

Таким образом, можно сделать вывод – предложенная схема является энергосберегающей технологией глубокой биологической очистки малых количеств сточных вод:

- автоматическое регулирование мощности в зависимости от количества поступающих сточных вод дает экономию электроэнергии, экономию ресурса работы компрессора и перемешивающего оборудования;
- очистка сточных вод происходит до состояния продуктов потребления – технической воды и органоминерального удобрения.

О СНИЖЕНИИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ЗАТРАТ ПРИ ПОЛУЧЕНИИ ЭГИРИНА ГИДРОТЕРМАЛЬНЫМ СПОСОБОМ

*Шопперт Н.В., Колесникова, М.П. Никоненко Е.А.
УрФУ, kolesnikovamp@land.ru*

Бокситовый (красный) шлам получают как отход переработки основного сырья для алюминия – боксита. При переработке бокситов по способу Байера на каждую тонну глинозема получается более тонны красного шлама, а в способе спекания – до 2,5 т. Основными составляющими красных шламов являются соединения железа, кремния, кальция, алюминия. Рудными материалами являются гидроксиды алюминия, а основными примесями – кремнезем, оксиды железа и титана. Основная масса бокситовых шламов сливается в отвалы.

В данной работе рассмотрена возможность использования шлама для получения пигмента зеленой окраски, основной составляющей которого служит эгирин $\text{NaFeSi}_2\text{O}_6$. Выбор пигмента для синтеза обусловлен значительным содержанием оксидов железа, кремния и натрия в бокситовом шламе. Для сравнительного анализа энергозатрат использовали два варианта получения эгирина: спекательный и гидротермальный.

Обычно эгирин получают сплавлением соответствующих количеств кремнезема, гематита, соды и хлористого натрия [1]. Авторами данной работы синтезирован эгирин спекательным способом с использованием красного шлама [2].

Принципиальная возможность получения эгирина в гидротермальных условиях была определена при исследовании разрезов систем силикат натрия – хлорное железо – щелочной раствор [3]. Есть сообщения о получении присыпок эгирина при обработке кварца в щелочной среде в стальных стаканах при температуре 380...400 °С и давлении 700–1900 атм. [4]. На основании выше указанных исследований был получен эгирин в сильно щелочной среде [5], при этом использовали гидроксид железа (III), осажденный из раствора хлорного железа аммиаком при $\text{pH} = 8$, и аморфную кремниевую кислоту. Вещества, взятые в необходимом молекулярном отношении, подвергали 3-часовой обработке щелочным раствором, содержащим 100 г/л Na_2O , в автоклавах при 280 °С. Анализ химического состава показал соответствие формуле, принятой для пироксенов $\text{Na}_{1,08}\text{Fe}^{3+}_{1,08}\text{Si}_{1,92}\text{O}_{6,0}$ [6]. В этой же работе проведен термографический анализ, и выявлено соответствие природного и синтезированного эгирина. Рентгенографическое и спектроскопическое исследование показало идентич-

ность по набору основных полос, частоте, интенсивности синтезированного авторами и природных эгиринов (таблица).

Искусственный эгирин был получен в системе Si, Fe, Na, H₂O при температуре не ниже 200 °С в смеси с плохо кристаллизированным феррипирофиллитом Fe₂Si₄O₁₀(OH)₂, но его количество было менее 30 % [7]. Анализ взаимодействий в системах Na₂O-Fe₂O₃-SiO₂-H₂O в условиях глиноземного производства при температуре 200-280 °С и концентрации Na₂O ниже 200 г/дм³ показывает возможность образования безводного ферросиликата натрия (эгирин), химический состав которого в % (масс.): 47–47,36 SiO₂; 35,5–37,01 Fe₂O₃; 12,88–13,6 Na₂O; 1,6 п.п. [8]. Содержание его в осадках при концентрации раствора 100 г/л Na₂O составляет 30–35 %, 150 и 200 г/л Na₂O – 15 и 8 % соответственно, что подтверждает неустойчивость соединения в щелочной среде. В концентрированных щелочных растворах (выше 300 г/л Na₂O) эгирин не образуется. В растворах 500 г/л Na₂O образуется гематит, поэтому одновременно с эгирином в осадках присутствуют водные окислы железа.

Нами были проведены опыты по получению эгирина гидротермальным способом, используя в качестве основного компонента красный шлам – отход глиноземного производства с подшихтовкой диоксидом кремния и гидроксидом натрия в стехиометрическом соотношении. Вещества, взятые в необходимом молекулярном отношении, подвергали 3-часовой обработке щелочным раствором, содержащим 100 г/л Na₂O, в стальных автоклавах при 280 °С. Содержание эгирина в осадках составляло 28–30 %, осадки подвергнуты рентгенографическому исследованию, результаты представлены в таблице.

Результаты рентгенографического исследования синтезированного эгирина

Эгирин (A.S.T.M. 1916-1954)		Эгирин природный [5]		Эгирин, полученный гидротермальным способом [4]		Эгирин, получен- ный из шлама	
I	dα/n	I	dα/n	I	dα/n	I	dα/n
40	6,54	43	6,36			30	6,34
40	4,5	24	4,42	47	4,4	30	4,4
10	4,05	-	-	-	-	-	-
10	3,68	9	3,60			10	3,65
100	3,01	100	2,98	100	3,00	100	3,00
70	2,92	47	2,91	44	2,8	50	2,9
100	2,54	38	2,52			90	2,55
60	2,48	36	2,47			50	2,48
10	2,29	17	2,196	20	2,27	20	2,24
40	2,21	11	2,19	19	2,21	30	2,22
-	-	17	2,11			30	2,13
40	2,03	10	2,01	24	1,98	20	2,04
10	1,94	50	1,93	13	1,94	20	1,94
10	1,9	3	1,88	-	-	-	-
10	1,82	3	1,82	-	-	-	-
20	1,73	10	1,73	30	1,73	40	1,73
-	-	10	1,72	-	-	30	1,69
-	-	6	1,65	10	1,67	30	1,66
-	-	13	1,63	20	1,64	30	1,64

Результаты проведенного исследования показывают возможность получения эгирина гидротермальным синтезом из отходов глиноземного производства – красного шлама.

Известно, что при спекании бокситовой шихты топливно-энергетические расходы в два раза превышают расходы гидрохимической ветви [9]. Аналогично, при сравнительном анализе энергозатрат спекательного и гидротермального способов получения эгирина было выявлено, что гидротермальный способ приводит к значительному удешевлению стоимости пигмента.

Библиографический список

1. О получении эгирина / Н.В. Шопперт [и др.]; УГТУ-УПИ. М., 2008. 38 с. Деп. в ВИНТИ 08.02.08. № 97-В2008.
2. Создание экологически безопасной технологии производства керамических пигментов из отходов производства алюминия / Н.В. Шопперт [и др.] // Экология и жизнь: сб. статей XVIII Междунар. науч.-практ. конф. Пенза: Приволжский Дом знаний, 2010. С. 166-168.
3. Соколова Е.И. Ферросиликатные и ферросиликатные сульфатные и хлоридные системы равновесия / Е.И. Соколова, Л.П. Листова, А.З. Вайнштейн. М.: Тр. Геол. инст. АН СССР, 1956. Вып. 3.
4. Цыганов Е.М. Включения акмита в искусственных кристаллах кварца. / Е.М. Цыганов, Ж.В. Новожилова. Зап. Всесоюз. Минер. Общ. Ч. 95. Вып. 3.
5. Гольдман М.М. Об эгирине, полученным способом гидротермального синтеза / М.М. Гольдман, Л.В. Бунчук, Л.П. Ли // Записки ВМО. 1968. Вып. 4. С. 497–500.
6. Berman H. Constitution and classification of the natural silicates / H. Berman // Amer. Miner. 1937. V. 22.
7. Decarreau A. Hydrothermal synthesis of aegirine at 200 °C / A. Decarreau, S. Petit, P. Viel-lard, N. Dabert // European Journal of Mineralogy. February 2004. V. 16. № 1. P. 85-90.
8. Ни Л.П. Окислы железа в производстве глинозема / Л.П. Ни, М.М. Гольдман, Т.В. Соленко, Л.В. Бунчук, О.Б. Халяпина. Алма-Ата: Наука, 1971.
9. Лайнер А.И. Производство глинозема / А.И. Лайнер, Н.И. Еремин, Ю.А. Лайнер, И.З. Певзнер. М.: Металлургия, 1978. 344 с.

РАЗРАБОТКА СОСТАВА СУХОЙ ОБЛИЦОВОЧНОЙ СМЕСИ, СОДЕРЖАЩЕЙ ШЛАК МЕДЕПЛАВИЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

*Шуров А.С., Доманская И.К.
УрФУ, e-mail: i.k.domanskaya@mail.ru*

В соответствии с ГОСТ 31189 смеси сухие облицовочные клеевые – это смеси, предназначенные для крепления на поверхности конструкций отделочных штучных изделий из искусственных и природных материалов. В качестве мелких заполнителей в их составе традиционно используют природные пески или фракционированные отсеvy горных пород.

В данной работе исследовали возможность использования предварительно фракционированного шлака медеплавильного производства (в дальнейшем – медный шлак) в качестве мелкого заполнителя в сравнении с природными мелкими заполнителями одинаковой крупности (0–0,63 мм) (таблица).